
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Gómez Rodríguez, Miriam; Gayet, Celine Françoise Marie, dir. Smart cities : ¿la smart city solventa los problemas futuros que se estiman? ¿Es la única opción?. 2021. 60 pag. (950 Grau en Administració i Direcció d'Empreses)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/247552>

under the terms of the  license



SMART CITIES:

**¿La *Smart City* solventa los problemas futuros que se
estiman? ¿Es la única opción?**

AUTORA: MIRIAM GÓMEZ RODRÍGUEZ

GRADO: ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

TUTORA: CELINE FRANÇOISE MARIE GAYET

FECHA: 25/05/2021

AGRADECIMIENTOS

Antes de adentrarnos en el estudio, quiero expresar mis agradecimientos a todas aquellas personas que han sido imprescindibles para la realización del proyecto.

En primer lugar, a mi tutora Celine Gayet por su cercanía y por brindarme su ayuda en todo momento. Sin ella, la elaboración del trabajo hubiese sido sin lugar a dudas mucho más compleja y no tan dinámica.

Seguidamente, a mi familia, por apoyarme en todo lo que me propongo y comprenderme mejor que nadie.

En último lugar, a mis amigos, por ofrecerse continuamente a ayudarme en lo posible y compartir inquietudes. En especial a Lorena, por ser siempre una referente para mí.

RESUMEN

En este estudio, se presenta la dificultad que en aproximadamente 10 años empezará a sufrir la población mundial. Hablamos de problemas como la sobrepoblación, la cual está provocando una gran carencia de territorio o las excesivas emisiones de gases contaminantes las cuales están agravando el calentamiento global.

El objetivo principal, por tanto, es la búsqueda y la ejemplificación de posibles soluciones. Posteriormente, realizar un análisis y con ello conocer en detalle su viabilidad a la hora de aplicarlo en las ciudades.

Por último, como parte empírica, trasladar e ilustrar los aspectos tratados con anterioridad a una ciudad existente. Así pues, poder ver de primera mano qué tipo de recursos están aplicando y de que manera.

Palabras clave: ciudades inteligentes, futuro, contaminación, soluciones, población.

ABSTRACT

In this study, we introduce the difficulties that the world's population would suffer in approximately 10 years. We cover some problems such as overpopulation, as it is causing a great scarcity of territory, or excessive emissions of polluting gases, which are aggravating global warming.

The main objective of the project, is the search and the exemplification of possible solutions. Subsequently, to carry out an analysis and thus to know in detail their viability when it comes to applying them in cities.

Finally, as an empirical part, to transfer and illustrate the aspects discussed above to an existing city. As a result, we will be able to see first-hand what kind of resources are being applied and in what way.

Key words: smart cities, future, pollution, solutions, population.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
1ª PARTE.....	9
1. DEFINICIÓN	9
2. ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN.....	10
3. DIMENSIONES	12
3.1. ECONOMÍA.....	12
3.2. GOBIERNO	13
3.3. MOVILIDAD Y TRANSPORTE.....	14
3.4. CAPITAL HUMANO	16
3.5. COHESIÓN SOCIAL	17
3.6. MEDIO AMBIENTE	18
4. CIUDADES PIONERAS	21
4.1. SINGAPUR	21
4.2. BARCELONA.....	22
4.3. LONDRES.....	23
4.4. COMPARATIVO	24
2ª PARTE.....	26
5. ASPECTOS A VALORAR.....	26
5.1. FACTORES POSITIVOS	26
5.1.1. Internet de las Cosas (IoT).....	26
5.1.2. Huella ambiental	27
5.1.3. Seguridad	28
5.1.4. Desarrollo económico	29
5.2. FACTORES NEGATIVOS	30
5.2.1. Privacidad	30
5.2.2. Bagaje histórico-cultural.....	30
5.2.3. Brechas de inteligencia	31
5.2.4. Dilemas de la digitalización.....	32
6. TENDENCIAS FUTURAS.....	33
6.1. CRECIMIENTO VERTICAL	34
6.1.1. Desencadenantes	35
6.1.2. Beneficios	36
6.1.3. Inconvenientes	37
7. VISIÓN ALTERNATIVA	39
7.1. WISE CITY	39
3ª PARTE.....	41
8. CASO DE ESTUDIO	41
8.1. LA CIUDAD DE SABADELL	41
8.1.1. Triangulum.....	42

8.1.1.1.	Proyectos replicados	43
8.1.1.2.	Economía circular	43
8.1.1.3.	Desarrollo económico	44
8.1.2.	EDUSI.....	45
8.1.2.1.	Estrategias ideadas	45
8.1.2.2.	Financiación proyecto	46
8.1.2.3.	Estrategia DUSI 2.0	47
8.1.3.	Síntesis sobre Sabadell.....	47
8.2.	LA CIUDAD DE BARCELONA	48
8.2.1.	Proyectos destacables	49
8.2.1.1.	Propósitos futuros	49
8.2.1.2.	Proyectos en desarrollo	50
8.2.2.	Tecnologías aplicadas	50
8.2.3.	Principales retos en la ciudad.....	52
8.2.3.1.	Caso real.....	53
8.2.4.	Fuentes de financiación	54
9.	CONCLUSIONES.....	55
	BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	58

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en el planeta somos aproximadamente unos 7.700 millones de habitantes, según el último informe emitido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Más de la mitad de esta población, reside en zonas urbanas y se estima que para el año 2050 esta cifra supere incluso los 10.000 millones de habitantes. Esta tendencia se debe al continuo crecimiento de la población, además de la migración de población rural hacia las ciudades en busca de una mejora en lo que se refiere a la calidad de vida y laboral.

Uno de los lugares donde está más desarrollado este proceso de urbanización es Europa.

Sintetizando las cifras anteriores, y con el fin de lograr comprender la dimensión del concepto, nos centraremos en los porcentajes de estos datos.

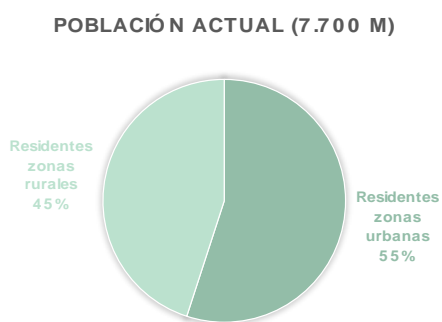


Gráfico 1: Población urbana y rural mundial actual.
Fuente: UNESCO, 2015. Elaboración propia

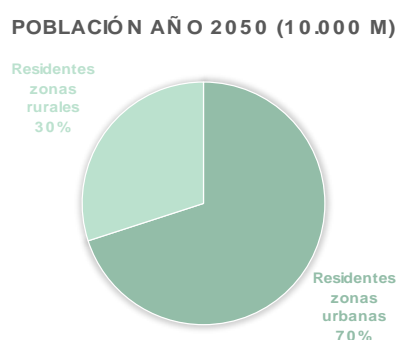


Gráfico 2: Población urbana y rural mundial en 2050. Fuente: UNESCO, 2015. Elaboración propia

En primer lugar, del total de la cifra mundial de habitantes actuales, más del 55% reside en ciudades. Como hemos podido observar anteriormente, la tendencia que sigue la población es creciente y, por lo tanto, el porcentaje de residentes en zonas urbanas también. Basándonos en estas cifras, se estima que en cuestión de tres décadas, casi un 70% de la población mundial vivirá en ciudades.

A partir de los datos anteriores, surgen una serie de cuestiones: Sobre el modelo de ciudad establecido ¿Es el adecuado para albergar esa cantidad de ciudadanos? ¿Habrá recursos suficientes para abastecer a la ciudadanía en los próximos años? ¿Tiene impacto en el medioambiente este crecimiento exponencial? ¿Supone algo negativo?

Todas estas incógnitas entre muchas otras, son las que podrían surgirnos al asimilar estas cifras. La respuesta a todas ellas es clara, el modelo de ciudad actual que tenemos implantado no está preparado para acoger a semejante cantidad de población.

Podemos respaldar esta afirmación con cantidad de estudios que se han ido realizando a lo largo de estos años. Uno de ellos es *How cities and business can work together for growth* elaborado por la Global Cities Business Alliance (PwC, 2016). Esta es una plataforma que apuesta por la cohesión entre empresas y ciudades con el fin de avanzar conjuntamente hacia un futuro urbano más eficiente. En su estudio señalan que las ciudades consumen el 75% de los recursos naturales y de la energía mundial. Además, generan el 50% de los residuos provocando así entre el 60% y el 80% de los gases que contribuyen al efecto invernadero, pese a ocupar solo el 3% del territorio mundial.

Como resultado a este dilema surge el concepto de *Smart City*, la ciudad inteligente. La finalidad del desarrollo de ciudades inteligentes, es conseguir que a través de la implementación de la tecnología se puedan reducir estas emisiones tan contaminantes, además de intentar solucionar los problemas derivados del crecimiento de la población.

Para conseguir los objetivos propuestos, se debe tener en cuenta prioritariamente una optimización de la energía, ya que como hemos podido comprobar anteriormente, a día de hoy se está consumiendo un alto porcentaje energético insostenible en el futuro.

Del mismo modo, las ciudades deben plantearse alternativas para el aprovechamiento de los recursos empleados, por ejemplo potenciando la economía circular. Se basa en un concepto económico que tiene por objetivo mantener el valor de los productos, materiales y recursos, en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo al mínimo la generación de residuos de las diferentes compañías del territorio.

Por otro lado, se debe establecer una logística en la circulación de los ciudadanos y mercancías, proporcionando accesibilidad y seguridad efectiva a la ciudadanía.

En resumen, conseguir mejorar la calidad de vida de los habitantes intentando influir lo mínimo en su actividad cotidiana.

En gran parte, todos estos propósitos se logran a partir de la cooperación intersectorial y público-privada, a través de un mayor flujo de comunicación y una eficaz transmisión de conocimiento entre ciudades. Teniendo siempre como base las tecnologías de la información y la comunicación para estimular los procesos innovadores.

En suma, podríamos sintetizarlo como un ideal tecnológico que busca comprender y solventar los desafíos de un mundo urbano en una era de constante innovación tecnológica.

Por tanto, en este trabajo de final de grado mi propósito es intentar contestar las siguientes cuestiones: ¿La Smart City solventa los problemas futuros que se estiman? ¿Es la única opción?

De este modo, a través del análisis y la investigación en el ámbito de las futuras tecnologías y tendencias, tanto demográficas como de estilo de vida, se pretende lograr el propósito que se menciona anteriormente.

Para ello, vamos a diferenciar el trabajo en dos secciones con tal de estructurarlo de forma progresiva, es decir, los contenidos se irán desarrollando conforme se avance en la materia. En primer lugar visualizaremos la parte teórica, es decir, todos aquellos conceptos necesarios para entender en que consiste una ciudad inteligente. Seguidamente, trataremos los diferentes temas de este ámbito que crean cierta controversia, además de teorías opuestas a ello. Finalmente, nos centraremos en una ciudad concreta con el objetivo de ejemplificar todas las dimensiones mencionadas.

Como resultado, conseguiremos entender en profundidad todos los aspectos relevantes que abarcan las *Smart Cities* y así, obtener una conclusión firme, realizada basándonos en los conocimientos adquiridos a lo largo del trabajo.

1ª PARTE

1. DEFINICIÓN

«Una Smart City es un lugar donde la tecnología cobra vida» (Peter Sany, director ejecutivo de TM Forum, 2018).

En cuanto a la definición del concepto *Smart City*, consiste en un enfoque holístico de las ciudades que emplea las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar la calidad de vida y la accesibilidad de los habitantes.

Además, también garantiza una mejora constante del desarrollo económico, social y ambiental, permitiendo una interacción transversal entre ciudades y ciudadanos.

Es por ello que al fomentar un desarrollo integrado y sostenible, las *Smart Cities* pasan a ser más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes.

Busca la mejora constante de la ciudad mediante los datos que obtiene gracias a la cantidad de sensores desplegados por toda la ciudad. Sin embargo, el almacenamiento y procesamiento adecuado de tales datos, requiere de la aplicación de las tecnologías emergentes de *Big Data*¹.

Por otra parte, las ciudades más desarrolladas también contribuyen al crecimiento económico. Como resultado de ofrecer unas prestaciones de servicios más eficientes con la introducción de las TIC se da una mejora la productividad. Al mismo tiempo que también incrementa la capacidad de atracción de talento e inversiones.

¹ *Big Data*: Proceso que analiza e interpreta grandes volúmenes de datos, tanto estructurados como no estructurados.

2. ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN

Como todo nuevo proyecto que se pretenda instaurar en una ciudad, debe pasar por una serie de procesos hasta que se lleve a cabo. En primer lugar, toda aquella urbe que desee implantar este modelo debe comenzar por diseñar una estrategia acorde.

El interés por establecer el modelo viene fomentado de una serie de problemas que se generan con el incremento masivo de la población.

En primer lugar tenemos los dilemas que perjudican la sostenibilidad, donde se cuestiona tanto el abastecimiento energético como el gran impacto que tienen las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que contribuyen al efecto invernadero.

Por otro lado, uno de los grandes dilemas que surgen es a la hora de realizar una correcta planificación del tráfico automovilístico. Un mal diseño de este aspecto puede suponer un grave problema para la ciudad, desde provocar largos atascos hasta generar muchas más emisiones de gases contaminantes de las habituales.

Es por todo lo comentado con anterioridad que el diseño de la estrategia ideal para cada ciudad debe establecerse desde el respeto con el medioambiente y con el compromiso y la colaboración entre la administración pública y sus ciudadanos.

Estos valores fomentaran una cohesión social con la que será más fácil la integración tecnológica necesaria para el funcionamiento de las infraestructuras y de los servicios. Permitiendo así la máxima transparencia de los datos obtenidos y la eficiente gestión económica.

En definitiva, formular la táctica adecuada para la metrópoli que permita un eficiente uso de las TIC que consiga aumentar el bienestar y la calidad de vida de los residentes.

La implementación de una *Smart City* requiere de sensores, de nuevos dispositivos, de redes de comunicación, de capacidad de almacenamiento y de procesamiento y de plataformas de gestión que permitan mejorar las prestaciones de los servicios de la ciudad. No obstante, la adquisición y el mantenimiento de forma sostenida en el tiempo de todas estas herramientas digitales, supone un volumen de inversiones considerables.

Es por ello que todas las ciudades se inclinan en la aplicación de modelos de financiación basados en la colaboración público-privada.

En conclusión, los ítems que toda metrópoli debe tener en cuenta son los mencionados a continuación.

En primer lugar, es imprescindible comprender la ciudad en profundidad, es decir, conocer de cerca sus fortalezas y debilidades. Además del número y el tipo de habitantes que la forman, para así entender sus necesidades actuales y futuras.

Seguidamente, como se ha indicado anteriormente, al tratarse de un proceso duradero y costoso, es esencial disponer de un compromiso sólido por parte de todos los agentes privados que participan en el, ya sean administraciones públicas, órganos políticos, empresas de suministro energético, servicios financieros, entre otros. La adhesión y colaboración activa de todos ellos es fundamental para el correcto desarrollo del proceso. Sin embargo, pese a buscar la cohesión de estos agentes privados, hay que mantener en el centro del proceso a los ciudadanos, ya que son el eje principal. Es por ello que se debe asegurar una comunicación constante y cercana, para lograr que perciban el proyecto como un objetivo común.

Finalmente, como todo proyecto, también es necesario disponer de un conjunto de indicadores y métricas, tanto de seguimiento como de impacto, que permitan evaluar los avances del proceso y los resultados del mismo.

3. DIMENSIONES

Una *Smart City* además de ser un concepto revolucionario e innovador, es un concepto holístico. Esto quiere decir que engloba seis dimensiones que resultan clave para la correcta implementación que hemos tratado precedentemente.

Los ejes principales se basan en la economía, el gobierno, la movilidad y transporte, el capital humano, la cohesión social y el medio ambiente. Todas ellas deben ser enfocadas en conjunto por tal de conseguir la adhesión que requiere una ciudad inteligente. Asimismo, estas dimensiones también ejercen de indicadores para comparar con otros centros urbanos.

3.1. ECONOMÍA

Para comenzar, la primera dimensión a tratar será la economía, en este caso la *Smart Economy*. El objetivo de esta es que todas las ciudades dispongan de industrias o k p v g n fundamentalmente en las áreas especializadas en las TIC, o al menos que dispongan de otras industrias las cuales apliquen las TIC en sus procesos productivos.

La evolución de la economía comienza en el momento en el que las empresas deciden llevar a cabo un proceso de adaptación, en lo que respecta a su cultura y su estructura organizativa, al formato digital pertinente.

A partir de estos avances en el ámbito económico de un territorio, se consigue aumentar la competitividad del mismo y, por consiguiente, se produce un crecimiento económico. Conviene subrayar que el crecimiento económico de una zona mantiene una relación directa con el producto interior bruto (PIB) y, a su vez, con el consumo de dicha zona.

Por otro lado, no hay economía más inteligente que aquella que sabe apreciar, retener y atraer el talento. Si además se promueve la creatividad, obtenemos como resultado el soporte de ciudadanos creativos y emprendedores, lo que supone también un incremento de la competitividad de la ciudad.

Otro aspecto muy destacable es la internacionalización. Esta globalización implica a las ciudades el requisito de involucrarse para emprender estrategias más eficientes. Con ello consiguen unirse a circuitos de intercambio global en los cuales el flujo de información supone un beneficio para todas las ciudades. No obstante, debemos dejar constancia que todas las estrategias deben cumplir con el objetivo de valorizar el territorio y avanzar hacia el diseño de un modelo de desarrollo sostenible y competitivo.

3.2. GOBIERNO

Seguidamente tenemos el gobierno inteligente, conocido también por *Smart Governance*. La principal meta está en digitalizar todos los canales de comunicación posibles, con la finalidad de construir un gobierno electrónico. Al mismo tiempo, debe respaldar la aplicación de políticas sociales y medioambientales, y potenciar el uso de las TIC para obtener una interconexión más directa con entre gobierno y ciudadano.

De modo que la administración debería apostar por la inversión en TIC y destinar gran parte del gasto público en ello, con el fin de conseguir así un mejor desarrollo de la ciudad inteligente.

Por lo que se refiere a la productividad y la calidad del servicio público, la utilización de las TIC aporta una clara mejoría, tanto a ciudadanos como a empresas. Esto es debido a que la digitalización de los servicios gubernamentales permite un acceso a los servicios en cualquier lugar y de una forma más personalizada, rápida y económica.

Como resultado de la favorable aceptación que está teniendo la implementación de los planes de gobierno electrónico, cada vez más ciudades están adoptando la posibilidad de brindar servicios on-line.

Por ejemplo, entre los servicios en línea más relevantes que ofrecen las ciudades, podemos destacar la presentación de quejas y reclamaciones, el pago de tasas e impuestos, las inscripciones on-line, entre otros muchos tramites.

En definitiva, se pretende que con la instauración de las nuevas tecnologías en las administraciones públicas se promuevan gobiernos transparentes y a su vez más cercanos a sus ciudadanos.

Un aspecto clave para conseguirlo, es ofreciendo al ciudadano total acceso a la información municipal a través de las paginas webs oficiales de las administraciones. Los datos institucionales que se comparten más frecuentemente son planes, reglamentos y presupuesto municipales.

3.3. MOVILIDAD Y TRANSPORTE

Acerca de la movilidad inteligente, más conocida como *Smart Mobility*, surge del constante incremento en la congestión del tráfico. Este hecho comporta unos efectos secundarios los cuales están relacionados con la contaminación y el tiempo perdido.

La movilidad inteligente, en particular, es el fomento de una movilidad sostenible que garantice a los habitantes accesibilidad, sistemas de transporte y una gestión del aparcamiento. Además de un compromiso en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales de la metrópoli. Esta tiende hacia un sistema de transporte multimodal de alta flexibilidad y conveniencia, basada en la gestión inteligente, lo que se conoce como *Mobility-as-a-service* (MaaS).

La MaaS ofrece opciones de movilidad puerta a puerta sin la dependencia del vehículo privado al combinar las distintas opciones de movilidad tanto públicas como de movilidad compartida. Es decir, ofrece la posibilidad de diseñar rutas de origen a destino consiguiendo a su vez, alinearse con los objetivos de sostenibilidad, ofreciendo así una movilidad sostenible e inclusiva.

Esta dimensión debe converger en tres aspectos muy significativos para la *Smart City* estableciéndose unos objetivos claros. Podemos realizar una categorización de estos objetivos en tres bloques, basados en el medio ambiente, la economía y la sociedad.

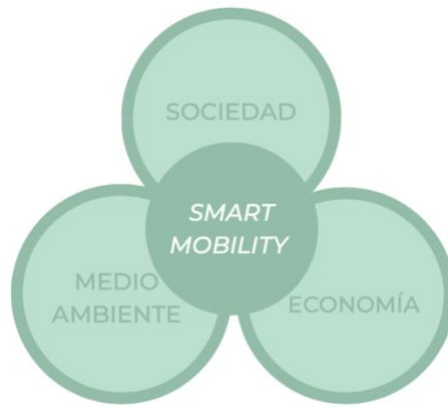


Gráfico 3: Bloques significativos para la movilidad.
Fuente: Geographica, 2018. Elaboración propia.

En primer lugar, en lo referido al medio ambiente, se prioriza la reducción del consumo energético de los sistemas de transportes empleados y la optimización de las plazas de aparcamiento y su gestión, con la finalidad de lograr reducir el impacto medioambiental.

Seguidamente acerca de la economía, se pretende potenciar con el fin de conseguir maximizar la productividad de la zona. Así mismo, también se pretende realizar estudios sobre una mejora en la planificación y la eficiencia de los medios de transporte públicos. De esta manera, se obtienen diversos beneficios, ya que se puede alcanzar un mayor número de pasajeros a la vez que se están disminuyendo las emisiones.

En último lugar la sociedad, a la cual se le debe proporcionar una mayor calidad de vida priorizando sus necesidades en el ámbito de la movilidad con la tecnología utilizada.

La movilidad inteligente se rige por los siguientes principios:

- Flexibilidad: al proporcionar diversos medios de transporte, los viajeros tienen la posibilidad de escoger ellos mismos cuales se amoldan a sus necesidades.
- Eficiencia: se ofrece al pasajero un recorrido con la mínima interrupción y en el menor tiempo posible.
- Integración: existe la posibilidad de calcular la ruta completa de origen a destino, independientemente de los medios de transporte que se deban utilizar.
- Tecnología pura: los transportes que se brindan a los ciudadanos son lo opuesto a los tradicionales parcialmente obsoletos, y se apuesta por los de cero emisiones.
- Seguridad: al contar con una gestión eficiente y óptima, los sucesos y accidentes de tráfico se reducen drásticamente.

En la práctica, *Smart Mobility* puede verse reflejada de distintas formas, ya sea compartiendo el vehículo con un compañero de trabajo, con el desplazamiento en transporte público, con el patinete eléctrico, utilizando la bicicleta o el simple hecho de evitar el transporte y optar por caminar.

3.4. CAPITAL HUMANO

Si hay un aspecto que debemos retener, es que los protagonistas de las *Smart Cities* sin duda alguna son las personas. En efecto, son ellos quienes habitan las ciudades con el propósito común de crear valor sostenible y mejorar la calidad de vida.

Acerca de los motivos por los cuales las personas deciden mudarse a las ciudades, se especula que uno de los principales podrían ser las universidades.

Según diversos estudios, cerca del 60% de zonas urbanas consideran que las universidades representan uno de sus puntos fuertes. Por lo tanto, los individuos se trasladan hacia *Smart Cities* que dispongan de universidades con el fin de formarse en estos centros y obtener una mejor cualificación profesional.

Respecto a lo comentado anteriormente, es posible que los individuos una vez posean su respectiva titulación y experiencia en el ámbito laboral, decidan establecerse indefinidamente en el territorio urbano.

Esto sucede a causa de que consideran que las oportunidades del mercado laboral son mucho más atractivas que las de su residencia de origen. Así pues, se desarrolla una cadena de sucesos, ya que cuantos más habitantes titulados residan en la misma urbe, más se incrementa la competitividad de esta y, por tanto, se potencia exponencialmente la calidad de vida.

En otras palabras, las universidades y los centros de investigación son un factor clave respecto al progreso de innovación que alcanza la ciudad. Por consiguiente, las administraciones son conscientes de ello y promueven la necesidad de cooperación entre empresas y centros de conocimiento. La colaboración de estas entidades contribuye al desarrollo económico y social de la ciudad.

No obstante, el ciudadano inteligente es aquel que está totalmente comprometido con la creación de valor sostenible en su metrópoli. De modo que, uno de los cometidos más importantes que deben llevar a cabo, está vinculado a las políticas medioambientales de la ciudad.

La acción principal a realizar por los ciudadanos, con el fin de contribuir al concepto de *Smart City*, se fomenta en los métodos de transporte utilizados. En gran parte, depende de los propios habitantes la reducción de las emisiones de gases contaminantes. Por lo tanto, el primer paso hacia una ciudad inteligente consiste en lograr el apoyo de la ciudadanía con el desplazamiento de estos en transporte sostenible.

3.5. COHESIÓN SOCIAL

Por lo que se refiere a la cohesión social de una ciudad inteligente, se refiere a la aceptación que hay entre las distintas comunidades sociales de la ciudad. El propósito de lograr la tolerancia común, es la aplicación de aspectos que especialmente mejoren la calidad de vida de los ciudadanos. Los aspectos pueden ser de todo tipo, es decir, comprenden la cultura, la salud, la seguridad, la vivienda, el turismo, etc.

La calidad de vida es un constructo social, relativamente reciente, que surge en un marco de rápidos y continuos cambios sociales (Alguacil J., 2000).

En otras palabras, podríamos simplificar la calidad de vida de una ciudad como la percepción que tiene el individuo o lo que el propio entorno donde reside le transmite.

Por otro lado, debemos situar el factor social como clave en la mejora de la calidad de vida de una población inteligente. La cohesión social se fundamenta en la creación de las condiciones institucionales necesarias con el fin de apoyar y favorecer la igualdad de derechos y oportunidades.

Concretamente a todas aquellas clases sociales que habitualmente han sufrido represión o incluso la obstaculización a la hora de acceder a los recursos colectivos. Esto nos conduce a la aplicación de políticas que respalden la igualdad y consigan la supresión de las brechas sociales.

Como resultado, se pretende potenciar el sentimiento de pertenencia de la ciudadanía, además de su compromiso con los cambios pertinentes en la ciudad para lograr la meta ideada conjuntamente.

La pertenencia ampara tanto el multiculturalismo y la no discriminación, el capital social, tanto redes sociales informales, confianza o participación, los valores pro-sociales y la solidaridad, las expectativas de futuro y de movilidad social y el sentido de integración y afiliación social.

Con lo cual, a la hora de determinar los puntos clave para transformar la metrópoli, debemos tener presente que parte del esfuerzo tiene que ir dirigido hacia una correcta cohesión social. Esto se consigue innovando no solo desde el punto de vista tecnológico sino visualizando también los aspectos sociales, ya sea incentivando la participación ciudadana, creando el sentimiento de pertenencia, promoviendo la solidaridad, entre muchas otras causas que se deben visibilizar.

3.6. MEDIO AMBIENTE

Podríamos definir un entorno inteligente como aquel que hace uso de las nuevas tecnologías para gestionar de manera responsable y correcta los recursos naturales y, además, apuesta por las energías renovables de fuentes no fósiles. No obstante, también contempla los aspectos como la biodiversidad y las zonas verdes para la mejora del medio ambiente en las ciudades.

Para entrar en contexto, debemos entender que las ciudades, debido a sus dimensiones, consumen un elevado volumen de recursos, generan cantidades exageradas de residuos y pueden llegar a emitir un alto porcentaje de gases contaminantes, los cuales contribuyen al efecto invernadero.

Como resultado, surge la dimensión de *Smart Environment*. Esta se basa en el uso de la *Green Computing and Information Technology* (Green TI), conocido en español como Tecnologías Verdes. Lo que se pretende con este concepto, es conseguir un uso eficiente de los recursos tecnológicos para lograr minimizar el impacto ambiental. Es capaz de identificar las principales tecnologías consumidoras de energía y de los productores de residuos en masa.

En suma, la Green TI reduce el impacto medioambiental y maximiza su viabilidad económica, ya que desarrolla productos ecológicos y, además, promueve la sostenibilidad y el reciclaje computacional.

Bajo esta concepción, el modelo de negocio de las empresas empieza a adaptar su proceso productivo a las nuevas tendencias sostenibles.

Al ser una inquietud que afecta tanto a empresas públicas como privadas, en los últimos años han empezado a seguir unas medidas como es el ahorro energético, el reciclaje o la reutilización, acción conocida también en los últimos tiempos como economía circular.

Para poder llevar acabo estos aspectos deseados, hay que centrarse en los siguientes ámbitos a los cuales se les puede aplicar la inteligencia a partir de soluciones TI:

- Energía (*Smart Grid*): logrando un consumo y una eficiencia energética.
- Agua (*Smart Water*): alcanzando la optimización del agua a través de una buena gestión y un correcto control.
- Residuos (*Smart Waste*): aplicando sensores en los contenedores que permitan controlarlos. Además de conseguir monitorizar las flotas encargadas de recoger los residuos.
- Medio Ambiente (*Smart Green*): adecuar monitores de la polución, del ruido, del medio natural y, en un futuro, lograr diseñar edificios sostenibles y autosuficientes, consiguiendo así contrarrestar las emisiones contaminantes.

La complejidad que presenta esta dimensión se establece en la intersección entre las TI ² y la sostenibilidad medioambiental. Su aplicación en una ciudad requiere de una compleja integración de expertos, herramientas y un *know-how* de múltiples disciplinas. Sin embargo, las estrategias de innovación y su implementación deben evolucionar constantemente para no sufrir un estancamiento y lograr continuas mejoras.

Finalmente, para añadir una parte empírica a lo explicado anteriormente, exponemos un caso de uso del entorno inteligente.

Una medida que la mayoría de ciudades ha adoptado es por la *Smart Lighting*. Consiste en dotar de tecnología LED y telegestión a la instalación de alumbrado público. El objetivo de ello es lograr una eficiencia energética de la metrópoli a través de un diseño que monitorice en tiempo real el consumo energético de cada iluminación.

² TI: Anglicismo utilizado para denominar las Tecnologías Verdes, conocidas como *Green Computing and Information Technology*.

4. CIUDADES PIONERAS

Este nuevo concepto, lógicamente no se ha implantado en todas las ciudades al mismo tiempo ni de la misma forma. Como es de esperar, no en todos los territorios surge el mismo efecto, tampoco se establecen los mismos objetivos, ni se quiere lidiar con los mismos problemas.

Con el fin de ejemplificar todos los conceptos y dimensiones anteriores, expondremos como muestra las tres ciudades que se posicionan como pioneras en el ámbito de las tecnologías, en la participación ciudadana y en la sostenibilidad.

Estas ciudades son Singapur, Barcelona y Londres, y cada una de ellas destaca por una razón diferente entre si, la cual les hace distinguirse entre las demás y ser un referente para estas.

4.1. SINGAPUR

La metrópoli que ocupa el primer lugar como ciudad inteligente por excelencia, es Singapur. Esta es uno de los grandes centros financieros del mundo, y obtiene esta posición por su integración en el ámbito tecnológico con el objetivo de convertirse en la primera *Smart City* del mundo.

Prácticamente todos los aspectos de la ciudad quedan registrados a través de unos sensores aplicados por empresas privadas, con el fin de obtener infinidad de datos relevantes.

Estos sistemas incluyen desde monitores de estacionamiento, iluminación eficiente, eliminación de desechos, hasta sensores desplegados voluntariamente en centros de cuidado para personas de la tercera edad, con la finalidad de alertar a las familias en caso de no detectar movimiento pasado un cierto tiempo.

La recopilación de información esta monitoreada por un programa conocido como *Virtual Singapore*. Se trata de un modelo de ciudad tridimensional dinámico (3D) y una plataforma de datos colaborativos, incluidos los mapas 3D de Singapur. La plataforma digital esta autorizada para ser utilizada por los sectores públicos, privados, personales e investigadores.

No obstante, como toda recopilación masiva de información, desencadena una serie de inseguridades y preocupaciones de la ciudadanía, acerca de su privacidad. Por ello, el gobierno se encargó de asegurar a sus habitantes que trabajarían para poder garantizar el anonimato de los datos adquiridos.

Si nos centramos en la dimensión en la cual la ciudad es pionera, sin duda alguna, es en la movilidad. Para ello han necesitado hacer inversiones sustanciales tanto en sensores de carretera, como en semáforos graduales, como en estacionamiento inteligente. El liderazgo en transporte no es algo novedoso, ya que desde hace muchos años apuestan por el uso de la tecnología de la información para mejorar el tráfico.

4.2. BARCELONA

Seguidamente nos encontramos con la localidad de Barcelona. Esta emplea sistemas inteligentes de estacionamiento y de tráfico para monitorear la congestión.

La ciudad también cuenta con uno de los sistemas de transporte público más limpios del mundo, con su flota de autobuses híbridos, además de su iniciativa de ciclismo inteligente

ōBicingö " s w g " f c " c e e g u q " c " o a u " f g " 6 2 2 " g u v c e k q p g u "

Por otro lado, ha conseguido simplificar su sistema de gestión de residuos, mediante el despliegue de tubos neumáticos debajo de los contenedores de basura de la ciudad que eliminan la necesidad de camiones de disposición grande.

Barcelona además, fue pionera en la forma de abordar la sequía, ya que la ciudad se quedó sin agua hace unos años. Como resultado, desarrolló un sistema de sensores para el riego. Se trata de unos sensores situados en el suelo, los cuales son capaces de analizar y pronosticar el nivel de lluvia. Acto seguido, estos sensores modifican los aspersores de la ciudad con el objetivo de ayudar a conservar el agua.

Finalmente la ciudad, al igual que muchas otras, también ha puesto a disposición de todos en Internet su recoleta de información de su plataforma de sensores. La disponibilidad permite a los urbanistas de todo el mundo estudiar los datos de los proyectos de la ciudad y aprender de ellos.

4.3. LONDRES

Seguidamente pasamos a Londres, uno de los centros tecnológicos del mundo. La ciudad comenzó a tomar medidas tempranas en lo que respecta al uso de las tecnologías, con el fin de ayudar a abordar la congestión y simplificar el estacionamiento.

Asimismo, tiene una visión de futuro en cuanto a la utilización de la tecnología para afrontar el intenso tráfico. La ciudad londinense ya ha realizado grandes inversiones en tecnología de tráfico inteligente.

Una de las inversiones más relevantes es en los semáforos. Estos son capaces de responder a favor de los autobuses, con tal de suavizar la progresión del transporte público y así conseguir potenciarlo entre la población.

Otras iniciativas inteligentes, como la prueba de sistemas eléctricos para compartir bicicletas o los más de 300 espacios de estacionamiento inteligente, con la finalidad de monitorear el estacionamiento, están comenzando a tener un efecto positivo.

Actualmente, se planea la forma de invertir en proyectos que permitan que el río Támesis se convierta en una fuente de energía renovable.

El objetivo es utilizarlo para calentar hogares, reduciendo la necesidad de calderas, proporcionando una mejor calidad del aire y reducir las facturas de energía para los residentes. Una iniciativa que proporciona beneficios tanto a los ciudadanos como al medio ambiente.

Para concluir, Londres también se ha comprometido a hacer públicos los datos disponibles que se recopilen en el despliegue de sensores de la ciudad, a través de su *London Datastore*.

4.4. COMPARATIVO

Cada vez son más las plataformas que se crean con el objetivo de aportar iniciativas y herramientas útiles para empresas, ya sean públicas o privadas, y así poder lograr conjuntamente el desarrollo de las ciudades inteligentes.

Una de ellas es *Cities in Motion*, la cual es una plataforma de investigación creada por el *IESE Business School Center*. La iniciativa que lanzan, conecta una red mundial de expertos en ciudades y empresas privadas especializadas, con administraciones locales alrededor del mundo.

El objetivo de ello es desarrollar ideas eficaces y herramientas innovadoras que puedan generar ciudades más sostenibles, más inteligentes, y además promover cambios a nivel local.

En suma, con la finalidad de observar similitudes y diferencias entre estas tres ciudades destacadas, nos basaremos en los datos publicados por el Índice *IESE Cities in Motion* (ICIM, 2020).

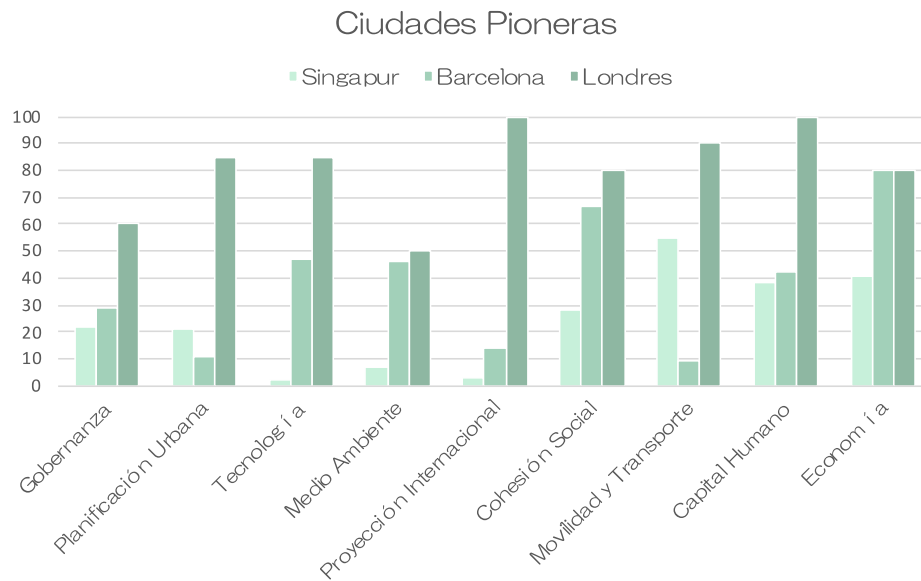


Gráfico 4: Indicadores de una ciudad inteligente. Fuente: Índice IESE Cities in Motion, 2020. Elaboración propia.

El modelo que proponen nos permite visualizar de una forma clara las distintas dimensiones con las que cuenta una ciudad inteligente, mencionadas anteriormente. A través de estas dimensiones, será más sencillo poder hacer un comparativo de las ciudades.

Consiste en distinguir nueve dimensiones clave y posteriormente, otorgar a cada ciudad una posición para cada una de estas magnitudes. Así pues, se consigue graficar estos resultados y visualizar de forma rápida con que fortalezas cuenta cada ciudad.

2ª PARTE

5. ASPECTOS A VALORAR

Una vez conocemos todas las dimensiones necesarias para constituir una adecuada *Smart City*, es el momento de analizarla. Es decir, considerar todos aquellos aspectos, ya sean favorables o desfavorables, con el objetivo de conformar una opinión crítica y razonable sobre si es un beneficio o no para la ciudadanía.

5.1. FACTORES POSITIVOS

En primer lugar, valoraremos todos aquellos factores que representan un elemento positivo a la hora de apoyar el desarrollo inteligente en las futuras ciudades.

5.1.1. Internet de las Cosas (IoT)

Para comenzar, uno de los nuevos conceptos más sonados es el *Internet of Things* (IoT), también conocido como el Internet de las Cosas.

Podríamos definirlo como la agrupación e interconexión digital de dispositivos y objetos, donde todos ellos pueden ser visibles e interaccionar a través de una red.

Es decir, ya no hablamos solo de la conexión de personas a la red, sino que añadimos los objetos cotidianos a esta conexión.

Respecto al tipo de objetos que pueden establecer conexión, pueden ser de cualquier tipo, desde sensores y dispositivos mecánicos, hasta objetos tan cotidianos como podría ser un frigorífico o nuestra propia ropa. Estos están conectados a una plataforma de IoT, la cual integra los datos de los distintos dispositivos y aplica un análisis para compartir la información más valiosa con aplicaciones creadas para abordar necesidades específicas.

Estas potentes plataformas pueden identificar exactamente qué información es útil y qué se puede ignorar de forma segura. Por tanto, estos datos se pueden utilizar para detectar patrones, hacer recomendaciones y detectar posibles problemas antes de que ocurran.

No obstante, Internet ha evolucionado rápidamente y esto ha permitido que IoT sea una realidad actual y no una visión futura. La fama que acompaña a esta tecnología reside en todas las aplicaciones y posibilidades que proporciona tanto para mejorar el estilo de vida habitual como los entornos empresariales, donde está implantado desde hace algo más de tiempo.

Por tanto, la aplicación de esta tecnología en las *Smart Cities* es prácticamente imprescindible para llevar a cabo el correcto diseño de las mismas. El IoT implantado en las ciudades inteligentes, permite realizar una recogida de datos masiva, conocido también como *Big Data*. Consiste en el análisis del comportamiento del usuario, extrayendo valor de los datos almacenados, y formulando predicciones a través de los patrones observados.

El *Big Data* lo que aporta es la posibilidad de mejorar distintos aspectos de la ciudad, ya sean organizativos o ambientales, como podría ser el control del tráfico, el control de los suministros de agua y calefacción en un edificio, el control del transporte público, entre muchos otros factores a tener en cuenta.

En suma, la implantación de esta tecnología permite que la toma de decisiones de la administración pública se torne más efectiva. Favorece la elaboración de estrategias de análisis de datos, con las que además de obtener información significativa y útil, pueden incluso ejecutar decisiones más precisas y con más porcentaje de éxito.

5.1.2. Huella ambiental

Acerca de la huella ambiental que dejan las *Smart Cities*, solo podemos destacar aspectos favorables. Según datos de la propia Unión Europea, el 40% del consumo de energía y el 36% de las emisiones de CO₂ proceden de los edificios.

Esto se debe a la antigüedad de los mismos, la cual supone un 35% del consumo en aquellos que cuentan con más de 50 años de construcción. Sin embargo, implantando un sistema sostenible de edificación, estas cifras podrían reducirse entre un 30-50% del consumo de energía.

Así pues, medidas como el alumbrado inteligente son las que adoptan las ciudades inteligentes con la finalidad de lograr mejoras. No consiste en el simple cambio de bombillas tradicionales por las de bajo consumo, sino que va más allá. Consta de sistemas flexibles que se van adaptando según las necesidades lumínicas del momento, por ejemplo, alumbrado con activación automática al detectar falta de luz, calles que se apagan cuando no circulan vehículos o personas o, incluso, paneles luminosos que funcionan con la luz solar acumulada durante el día.

Por otro lado, respecto al consumo de agua actual en las metrópolis, se calcula que para el abastecimiento público durante su distribución, se pierde un 15% del volumen total. Traduciendo estas cifras en euros, supone una pérdida de unos 1.220 millones de euros para las administraciones públicas de España. No obstante, con la incorporación de un sistema inteligente de monitorización, se podría lograr ahorrar una cantidad estimada de 244 millones de euros.

En definitiva, las ciudades futuras apuestan por las energías renovables, dejando a un lado los combustibles fósiles y las energías más tradicionales. Fomentan todo avance que suponga un beneficio ambiental, como los vehículos eléctricos, las señales de tráfico solares o el empleo de energía eólica con la finalidad de obtener electricidad en la urbe.

5.1.3. Seguridad

En el contexto de la seguridad que proporcionan las ciudades inteligentes, podríamos decir que estas recurren a la aplicación de la tecnología digital con el fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Se caracterizan por la interconexión que tienen entre si todos los elementos que la componen. De este modo, se consigue un intercambio y un análisis de los datos que permite introducir mejoras en la gestión de los recursos además de prever posibles incidencias.

Por tanto, las autoridades deben garantizar una seguridad ciudadana, la cual consiguen mediante la información detallada que obtienen de las plataformas en la nube y los dispositivos conectados a la IoT. Esto les faculta del grado necesario para una toma de decisiones más inteligente respecto a la actualidad. Así pues, no solo se obtienen soluciones sino que además, se consigue una mejor rentabilidad a largo plazo.

5.1.4. Desarrollo económico

Por último, un aspecto a destacar es el desarrollo económico que comportan las ciudades inteligentes. Supone un gran beneficio común no restringir el flujo de datos recopilados por todos los sensores y monitores instalados en cada una de las distintas metrópolis. Con esto se consigue mantener en el tiempo la búsqueda de la mejora continua a través del apoyo que se brindan entre si las ciudades. De esta forma, logran un ritmo de progreso semejante, ya que van compartiendo avances y solventando complejidades todas a una.

Así pues, la cohesión entre ciudades permite el progreso conjunto y el enriquecimiento de la metrópoli, ya que el beneficio de una, por consiguiente, es el de todas. Por ejemplo, el descubrimiento de un nuevo método de ahorro energético del alumbrado publico en un territorio, se traduce como un beneficio común por el hecho de que posteriormente más ciudades adaptaran esta estrategia. Por tanto, si el flujo de información tuviese algún tipo de restricción, estos avances se realizarían más lentamente y cada metrópoli estaría en un punto de desarrollo distinto, lo que supondría una gran ralentización global.

En suma, con la libre circulación de datos se alcanza el objetivo principal de esta nueva era, que es mejorar la vida del ciudadano cuanto antes, a través de la colaboración de todas las partes que conforman el núcleo urbano.

5.2. FACTORES NEGATIVOS

Debemos tener en cuenta que todo progreso también conlleva consigo una serie de adversidades, las cuales desarrollaremos a continuación.

5.2.1. Privacidad

Anteriormente comentábamos la seguridad que proporciona una ciudad inteligente al poseer cientos de sensores, monitores y cámaras establecidos por toda la urbe. Así pues, se consigue en tiempo real tener una supervisión completa de toda la superficie y, en caso de detectar algún problema, actuar de forma ágil y eficiente.

Sin embargo, todo ello comporta una gran recopilación de datos y el acceso a esta información puede ser potencialmente vulnerable frente a ataques cibernéticos. Por ello, resulta esencial que la infraestructura de la metrópoli incorpore protocolos rígidos en lo que a seguridad del IoT se refiere, con el fin de velar por la protección de la privacidad ciudadana.

Por otra parte, otro factor a tener en cuenta es el control social que supone esta monitorización del terreno. Se concede un gran poder a aquellos que poseen el control de la información obtenida y, por tanto, para conseguir una correcta gestión de estos datos, se debe depositar mucha confianza en los entes del gobierno. De este modo, evitaremos la manipulación de la opinión pública y la utilización de los datos con fines de interés propio.

5.2.2. Bagaje histórico-cultural

Previamente hemos mencionado las ventajas que supone el desarrollo económico en las ciudades inteligentes y todos los beneficios que nos proporciona. No obstante, este ámbito presenta una notable contrariedad, la cual también debe ser valorada.

En el momento que las ciudades acceden a compartir su flujo de datos con las demás ciudades y, además, establecen una gestión similar, sentencian su diferenciación, es decir, dañan directamente la singularidad que las representaba.

Hoy en día uno de los factores que motiva a las personas a querer viajar y descubrir nuevas ciudades es el hecho de que no hay similitud entre tu metrópoli y la que vas a visitar. En la diversidad de ciudades reside la verdadera esencia de las mismas, esa singularidad que la convierte en única y especial, ya que no puedes hallarlo en otro lugar.

Por otro lado, también supone una pérdida de reacción ante problemas, debido a la dependencia prácticamente total que tienen las urbes respecto a la tecnología y la conexión red. Al estar sujetas a estas herramientas, pierden autonomía y la toma de decisiones puede tornarse ineficaz en circunstancias donde estos medios no estén habilitados.

5.2.3. Brechas de inteligencia

Otra de las consecuencias a mencionar sobre la transformación de las ciudades hacia un futuro más inteligente, es el nacimiento de la brecha de inteligencia entre ciudades. El hecho de que cada metrópoli deba cumplir una serie de requisitos tecnológicos y económicos para formar parte de este cambio, supone una clara distinción entre aquellas capaces de asumir el alto nivel de inversión requerido y aquellas incapaces de hacerlo.

Por tanto, la disparidad sería entre aquellas que apuestan por el futuro y el beneficio de la sociedad, afrontando la financiación que supone tal progreso y aquellas que mantienen modelos más tradicionales ajustados a su presupuesto. De esta forma, podríamos clasificarlas como ciudades de primera y ciudades de segunda.

Sin embargo, el problema va más allá, y es que tener distinciones entre ciudades comporta a su vez, una distinción entre ciudadanos. Todas aquellas urbes que no dispongan de la inversión necesaria para poder seguir el nivel de las ciudades pioneras, son las que además tendrán que soportar la pérdida de capital humano. Esto se debe a que las zonas urbanas más inteligentes son las que atraen el talento y capital a su territorio.

5.2.4. Dilemas de la digitalización

En último lugar, no debemos dejar de lado el dilema que surge al seguir la vía de la digitalización. Aunque comporte una inmensidad de avances y progresos esta senda tecnológica, debemos tener en cuenta las dificultades que contraen.

Al digitalizar prácticamente la ciudad al completo, a las administraciones les aparece indirectamente la obligatoriedad de ofrecer en sus superficies una tecnología de transmisión de datos inalámbrica, para poder proporcionar Internet en todas las áreas. De este modo, los habitantes de la misma podrán hacer uso de las plataformas proporcionadas gracias a tener conexión en todo momento.

Por otro lado, no basta con facilitar la conexión a los ciudadanos, ya que para ellos también se vuelve imprescindible disponer de un dispositivo electrónico. Así pues, es la única forma de conseguir la interconexión entre administraciones, ciudadanos y todo lo que les rodea.

Finalmente, el mayor inconveniente surge del incremento de residuos electrónicos que se genera en las metrópolis. Al asumir diferentes tipos de complejidades tecnológicas, también se asume a la vez el considerable aumento de desechos digitales. Por tanto, pese a la eliminación de gases contaminantes y de las emisiones, surge otro nuevo tipo de contaminación que podríamos denominar como polución electrónica.

6. TENDENCIAS FUTURAS

En relación con lo explicado en la introducción, las estimaciones sobre un futuro no muy lejano no son nada favorables. Se proyecta que para el año 2050 el crecimiento demográfico será caótico y difícil de sobrellevar, en relación al estilo de vida actual.

Por otro lado, los países que actualmente están en desarrollo, en ese entonces estará plenamente industrializados. Es decir, alcanzarán las cifras de producción y consumo de los países occidentales, por lo que pasarán a contribuir en las emisiones contaminantes.

Además, la temperatura media del planeta habrá aumentado entre tres y cuatro grados debido a la persistente emisión de CO₂.

Este es el grave escenario que se prevé para la Tierra en apenas unos 30 años si persisten estos hábitos de producción y consumo que se registran en la actualidad.

Según afirma Ignacio Belda H. (2018) en su libro Economía Circular, «Si nos centramos en el consumo, de 1980 al 2040 la extracción de recursos naturales habrá aumentado alrededor de un 233%». Esta declaración podríamos traducirla como una previsión de que próximamente sufriremos de escasez, privación y pérdidas económicas.

Según los datos extraídos de *Earth Overshoot Day*, podemos representar mediante un gráfico la cantidad de planetas que necesita cada país para abastecerse de los recursos que actualmente consume.



Gráfico 5: El modelo de consumo actual. Fuente: *Earth Overshoot Day*, 2019. Elaboración propia.

Podemos comprobar que los datos son impactantes a la vez de alarmantes, ya que esta tendencia no es un buen camino a seguir. No obstante, la UE se ha comprometido a reducir las emisiones de carbono en un 50 % para el 2030 y en un 100 % en el 2050 con el fin de paralizar la crisis climática. Asimismo, Estados Unidos es el país que se posiciona como líder al producir más impacto ecológico que ninguno, es decir, necesita unos 5 planetas para abastecer la demanda de recursos de sus habitantes. Esto se debe a que la ciudadanía está acostumbrada a un modelo de vida derrochador y contaminante, sin tener en cuenta las consecuencias que conlleva para todos este estilo de vida.

Por tanto, el problema principal del crecimiento masivo de población, es el tipo de ciudad al que estamos acostumbrados. El tradicional sueño de una vivienda unifamiliar que comporta un crecimiento horizontal de baja densidad.

Este deseo se podía mantener hace unos años, ya que el porcentaje de población aún no representaba un grave problema para ello. Actualmente y con las estimaciones sobre las tendencias futuras de crecimiento demográfico, es insostenible.

El modelo clásico de urbe, está ideado para ocupar grandes extensiones de edificios bajos, con lo cual, no está preparado para un incremento exponencial de la población.

Por otro lado, debemos tener en cuenta todos los factores contaminantes que promueve este crecimiento horizontal, como por ejemplo el uso del vehículo privado para poder circular por la ciudad. Esto lo convierte en un modelo además de inadmisible, poco saludable y escasamente sostenible.

6.1. CRECIMIENTO VERTICAL

Como solución al conflicto anterior, surgen las ciudades verticales. La filosofía de estas plantea estructuras urbanas con edificios multifuncionales. En ellas se pretende albergar servicios como viviendas, oficinas, ambulatorios, centros comerciales, jardines y transportes ecológicos, además de ascensores que incluso se mueven de manera vertical y horizontal. De esta manera, podríamos decir que las ciudades verticales tienen la clave para resolver la superpoblación y la aglomeración.

El aspecto principal que deben cumplir los edificios, es la producción del 100% de la energía. Esta es una de las dificultades que presentan estas grandes estructuras, debido al impacto energético que suponen. Es por ello, que para conseguir espacios sostenibles capaces de producir energía, los proyectos de ciudades verticales están incluyendo soluciones innovadoras basadas en el aprovechamiento de los recursos naturales consiguiendo así lidiar con los diferentes inconvenientes.

Según Vicente Guallart, arquitecto español experto en urbanismo y ciudades sostenibles, la ciudad del futuro pasa por un modelo de autosuficiencia, donde el mundo digital sirva para crear estructuras más ecológicas y humanas.

El propósito de esta reestructuración de las ciudades, es ofrecer mejores condiciones de vida a sus habitantes, conseguir reducir la contaminación ambiental, además de los tiempos de desplazamiento y mejorar la calidad de los servicios.

Los objetivos establecidos que deben cumplir estas ciudades inteligentes, es que sean inclusivas, de proximidad, eficientes, verdes y saludables. Estos ideales serían el sueño urbano de todos, aunque por el momento sigue siendo una utopía. Sin embargo, algunas ciudades han empezado a adoptar medidas para cambiar su modelo urbanístico y ser más sostenibles a nivel medioambiental, situando a los ciudadanos como eje principal.

6.1.1. Desencadenantes

El origen de esta apuesta por un futuro de edificaciones verticales es, como hemos comentado anteriormente, el crecimiento exponencial de la población mundial. Es un acontecimiento que está ocurriendo mucho más rápido que el hallazgo de soluciones o alternativas para las ciudades, las cuales disponen de un territorio limitado.

La escasa disponibilidad de superficie que actualmente sufren algunas ciudades hace que estas ya hayan llegado a su límite de territorio disponible, lo cual supone una gran dificultad para todos a la hora de actuar.

Aquellas ciudades que físicamente no tienen un gran territorio para desarrollarse, como las que están junto al mar o en la frontera con otros países, probablemente serán las primeras ciudades en adherirse a las edificaciones verticales.

Es un suceso que cada vez más afectará a todas las ciudades y, por tanto, la única alternativa de la que dispondrán será adoptar las medidas de crecimiento vertical.

Las personas que tengan intenciones de trasladarse a ciudades con el fin de encontrar más viviendas, serán sorprendidas con la urbanización vertical. Tendrán muchas dificultades a la hora de hallar la vivienda unifamiliar tradicional, debido a que los altos edificios probablemente tendrán prioridad en ese entonces.

6.1.2. Beneficios

Todo avance implica una serie de cambios y el resultado de estos puede traer consigo un largo número de beneficios. En el caso del crecimiento vertical, son muchas las ventajas que presenta este nuevo diseño de las ciudades del futuro.

En primer lugar, aporta una optimización del suelo, ya que conseguimos solventar el problema de la falta de territorio para la construcción de viviendas de baja densidad, es decir, la tradicional casa unifamiliar que se distribuye horizontalmente. Las estructuras verticales combaten este incremento de la demanda demográfica aportando un nuevo método de crecimiento que al contrario de lo habitual, es hacia arriba.

Seguidamente, también supone una facilidad y un ahorro de tiempo a la hora de desplazarse, ya que al estar tanto las viviendas, los comercios como las oficinas concentradas en el mismo lugar, se reduce los tiempos de traslado. Por tanto, como resultado, se logra una reducción del uso de los vehículos privados para trasladarse por la ciudad. De esta forma se consigue reducir notablemente la contaminación ya que se reducen en gran escala las emisiones contaminantes.

Por otro lado, con este tipo de construcciones conseguimos un uso de los recursos más eficiente. Esto se debe a que, por ejemplo, el agua se distribuye de una mejor forma en vertical, ya que se consigue aprovechar mucho más. Además, estos edificios se pueden adaptar para reutilizar incluso las aguas grises o procedentes de las lluvias y así, conseguir la reducción del gasto en recursos limitados, como lo es este elemento.

Al mismo tiempo, para estas edificaciones se emplea una infraestructura moderna, es decir, materiales más sólidos, con el objetivo de resistir el paso de los años y posibles adversidades climáticas.

Finalmente, otro de los beneficios que presenta esta novedosa estructura es el fomento de las áreas verdes para los ciudadanos. Así pues, con la creación de estas zonas también se impulsa a los habitantes a tener un estilo de vida más saludable, promoviendo la conexión con la naturaleza y planteando un nuevo concepto de comunidad y sociedad.

6.1.3. Inconvenientes

Debemos contemplar el hecho de que todo progreso que aporte beneficios, a su vez, también trae consigo una serie de inconvenientes.

Uno de los principales inconvenientes, es que pese a que estas ciudades del futuro fomenten el estilo de vida saludable, a su vez, potencian el uso de elementos como los ascensores. Esto se debe a que en edificios con numerosas plantas, las personas van a decantarse por el uso de los elevadores, dejando a un lado las escaleras. Por tanto, supone una contradicción a lo que estilo de vida saludable se refiere y, además, un impacto energético por parte de los edificios, ya que gran parte de la energía de estos será consumida por los mismos ascensores.

Por otro lado, un aspecto importante que debemos tener en cuenta es la evacuación del edificio en caso de emergencia. Al aumentar potencialmente el número de plantas en las construcciones, se incrementa al mismo tiempo el grado de dificultad de la evacuación de estos en caso de que se presente alguna adversidad.

No obstante, sin lugar a dudas, el mayor problema que presentan estas gigantescas infraestructuras es la financiación que requieren. Tanto su diseño, su construcción como su mantenimiento, supone un proceso bastante costoso además de paulatino.

Además, debemos tener en cuenta el aspecto que mencionábamos anteriormente, sobre la disparidad que se crea entre ciudades con inversiones tan exorbitantes, ya que no todas pueden afrontar la financiación que se requiere para estas estructuras verticales. Por tanto, este tipo de edificaciones favorece la aparición de clases entre ciudades, distinguiéndolas entre aquellas que se pueden permitir grandes inversiones y las que no. De esta forma, solo se conseguiría provocar un malestar a los habitantes de dicha metrópoli.

Finalmente, también se debe valorar como afectarán estas ciudades verticales psicológica y emocionalmente a sus ciudadanos. Las edificaciones están ideadas para hacer vida en el mismo edificio, ya que contarían con todas las plantas necesarias para cubrir las necesidades que puedan tener los residentes del mismo. Es por ello, que se debe valorar el gran cambio de estilo de vida que supone para los ciudadanos y el hecho de que quizás no todos ellos están preparados para afrontar un cambio tan drástico en sus vidas.

7. VISIÓN ALTERNATIVA

Sintetizando toda la información contemplada hasta el momento, podría decirse que hemos examinado todos los aspectos que componen una *Smart City*. Además de analizar las fortalezas y debilidades que trae consigo este modelo de ciudad inteligente. No obstante, ¿debemos considerarla como la única solución a la sobrepoblación y los problemas medioambientales derivados de la contaminación que produce la ciudadanía?

La respuesta es simple, existen más alternativas. Una de ellas se conoce como *Wise City*, la cual procederemos a conocer más específicamente a continuación.

7.1. WISE CITY

Este modelo se opone a las ciudades inteligentes cargando contra ellas que las ciudades necesitan sabiduría no inteligencia. Siendo más explícitos, esta percepción de las ciudades considera que la teoría *Smart* se basa en la inteligencia artificial que aportan las máquinas y deja a los ciudadanos en segundo plano como los creadores de las grandes cantidades de datos que generan debido al continuo movimiento que realizan. Posteriormente, estos datos obtenidos serán utilizados por las administraciones y empresas privadas para la elaboración de sus decisiones. En cambio, el enfoque *Wise* se centra más en las personas que componen la ciudad, en la sabiduría que cada una de ellas aporta debido a su experiencia, educación e interacción a lo largo de sus vidas.

En efecto, el modelo *Wise City* se centra en las personas que conforman la población, concretamente en su interrelación con otros ciudadanos y el espacio. Dicho así, podría resultar complicado diferenciarlo con el modelo *Smart*, sin embargo, la diferencia clave se haya en la implementación del desarrollo tecnológico y la recopilación de los datos obtenidos. A raíz de estos, se considera que surge una desigualdad tecnológica y, además, la posibilidad de que la tecnología agrave la desigualdad social. Sin dejar a un lado el riesgo que supone el almacenamiento masivo de datos, ya que podría utilizarse como un instrumento de poder (Molpeceres Arnáiz, S., 2017).

El concepto de ciudad sabia, se fundamenta en que cada espacio es único, y eso es en parte gracias a los rasgos diferenciadores que aportan cada uno de los individuos que pertenecen a este territorio. Consideran la libre circulación de datos todo lo contrario a un avance, ya que con ello se erradica la singularidad de las metrópolis.

Muchos autores y expertos en el ámbito, ya han hecho revelaciones en las cuales podemos entrever su respaldo hacia esta visión alternativa. Una de ellas donde observamos claramente esta percepción, se produjo en una conferencia, al debatir sobre los ejemplos más emblemáticos de *Smart Cities* como son las ciudades de Masdar, en Abu Dhabi, o Songdo, en Corea del Sur. El experto en computación urbana Adam Greenfield, declaró "Estas *Smart Cities* están construidas sin condiciones, carácter o historia previa, y eso es justamente lo que amamos de las ciudades, a lo que respondemos emocionalmente", (Greenfield, A., 2011).

En este caso, el experto en computación urbana, exponía que él apostaba por un diseño que interconectase las ciudades y sus ciudadanos. Considera que las soluciones tecnológicas se deben diseñar en respuesta a las necesidades específicas de cada población. De este modo, se consigue ofrecer al ciudadano la posición que le corresponde, formando parte de los proyectos y se deja a un lado las soluciones concebidas únicamente por la tecnología.

3ª PARTE

8. CASO DE ESTUDIO

Por último, la tercera parte de este trabajo consistirá en el desarrollo empírico del mismo. Pondremos en contexto todos los aspectos contemplados hasta el momento a lo largo del proyecto. La finalidad de ello, es verificar con un caso real el cumplimiento de los aspectos mencionados anteriormente, además de comprobar y entender de primera mano como se llevan a cabo estos proyectos tan novedosos y costosos en una ciudad tradicional.

8.1. LA CIUDAD DE SABADELL

Sabadell es la quinta ciudad catalana en población, ya que cuenta con 216.520 habitantes, según los últimos datos registrados en el Instituto de Estadística de Cataluña en 2020. Además, la ciudad a mitad del siglo XIX era considerada como pionera en la Revolución Industrial en Cataluña en el sector del textil.

En los años cincuenta, la localidad no contaba con más de 60.000 habitantes. Por tanto, podemos afirmar que en no más de 70 años, la población ha experimentado un incremento exponencial, ya que prácticamente ha cuadruplicado su volumen.

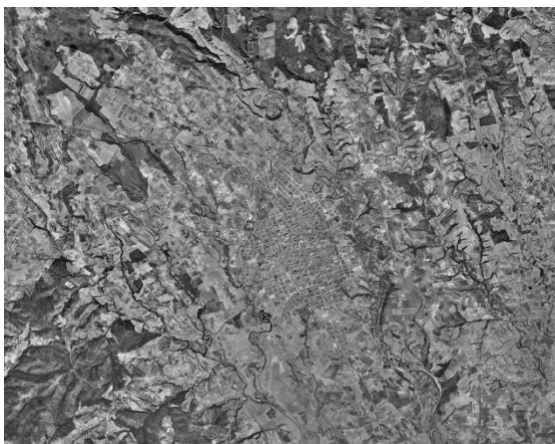


Ilustración 1: Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña. (2015). Sabadell 1946ó1947 [Mapa topográfico]. Com era Catalunya? <https://betaportal.icgc.cat/canurb/cathistoric.html>

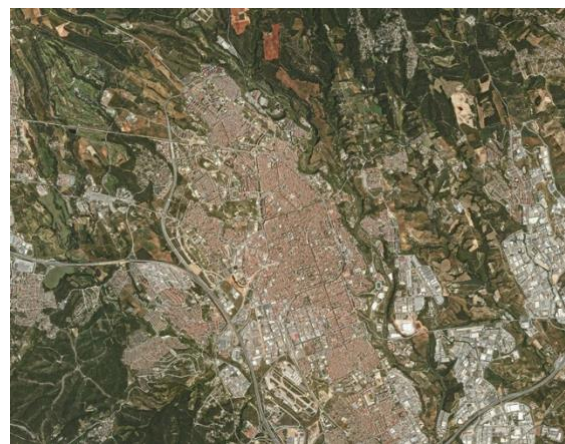


Ilustración 2: Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña. (2015). Sabadell 2020-2021 [Mapa topográfico]. Com era Catalunya? <https://betaportal.icgc.cat/canurb/cathistoric.html>

Comparando estos mapas topográficos obtenidos del ICGC, podemos observar como se da una notable ampliación de la extensión en la ciudad en el año 2020 respecto a la primera imagen que muestra la superficie poblada en los años cincuenta.

Cabe decir que junto a este crecimiento de población, también se dio un aumento en los servicios y las prestaciones que ofrecía la ciudad. Esto fue fruto de las mejoras en la formación que obtuvieron los ciudadanos, lo que produjo una subida histórica en el Producto Interno Bruto de la localidad.

Sin embargo, este considerable crecimiento acarrea un problema, y es que el continuo aumento de la población mantiene una relación inversa con el trabajo en la ciudad. Es decir, no aumentan en la misma proporción, por ello, el municipio tiene como tarea pendiente en los próximos años conseguir hallar una solución a esta dificultad.

Para llevar a cabo una correcta organización de la ciudad, se requiere un análisis base de esta, centrado en los datos. De esta forma, se evita la implementación de tecnología aleatoria y dispersa desconectada de las necesidades locales que hay realmente.

Con lo cual, Sabadell recurre a los fondos FEDER y Horizonte 2020 de la UE para poder llevar a cabo varios proyectos, con el objetivo de introducir mejoras en la ciudad.

Oriol Llevot Fondevila, jefe de la sección de Innovación del Programa de Promoción y Turismo de la ciudad de Sabadell, nos concede una entrevista para conocer de primera mano estos proyectos.

8.1.1. Triangulum

El primer proyecto que se lleva a cabo es Triangulum, el cual tiene por objetivo demostrar, difundir y reproducir soluciones y marcos para las futuras ciudades inteligentes de Europa. Esto resulta posible a través de la réplica de tres ciudades faro (Manchester de Reino Unido, Eindhoven de los Países Bajos y Stavanger de Noruega). Estas representan un banco de pruebas para proyectos innovadores centrados en la movilidad sostenible, la energía, las TIC y las oportunidades comerciales. Es decir, toman de referencia a estas ciudades piloto para posteriormente aprender de ellas y poder llegar a reproducirlas en un futuro.

8.1.1.1. Proyectos replicados

Alguna de las acciones más destacables de este proyecto en común fue como aprendieron de la ciudad Eindhoven sobre la rehabilitación energética de los edificios de la ciudad. La finalidad era incentivar a realizar reformas energéticas en los edificios de Sabadell a los propietarios privados mediante subvenciones que ofrecía la Generalitat de Cataluña.

Seguidamente en Manchester hallaron la forma de optimizar el sistema de reparto de mercaderías sustituyendo los transportes actuales por vehículos eléctricos. Incluso idearon un método para realizar un recorrido de forma virtual en bicicleta por la ciudad.

Posteriormente, con todas las nuevas invenciones y mejoras adquiridas de estas ciudades de referencia se llegaron a una serie de conclusiones. La principal fue que para poder llevar a cabo todas estas acciones en la ciudad, era necesario una colaboración conjunta de muchas entidades. Es decir, era necesario el apoyo de las administraciones, de las empresas, de la ciudadanía y, además, la participación de la investigación universitaria.

Las soluciones eran basadas en retos, por lo tanto, las decisiones eran basadas en los datos, a través de la recopilación de todos los indicadores que se habían colocado. Estos fueron más de cien, además de utilizar campos de acciones. De modo que consistía en una recogida de datos de la ciudad y un aprendizaje de ellos, con la posterior implantación de las soluciones obtenidas, tanto en el ámbito de la movilidad, como la energía y las TIC.

8.1.1.2. Economía circular

Otra temática a destacar además de la de *Smart City* es la de los *makers* o fabricación digital. Consistía en crear espacios en la ciudad donde puedas ir y hacer tus propias creaciones, con impresoras 3D, entre otras herramientas digitales. La filosofía del concepto del *maker* es la producción local.

Con este concepto también querían conseguir establecer la economía circular en la localidad, es decir, dejar de lado la fabricación tradicional y comenzar a darle una segunda vida a los residuos que se generan en el proceso de producción de otros productos.

Sabadell ya cuenta con diversas iniciativas que engloban el concepto de la economía circular. Por ello, el Ayuntamiento se comprometió a abastecer de herramientas digitales útiles para realizarlas, por lo que estas herramientas son uno de los tangibles del proyecto.

8.1.1.3. Desarrollo económico

Cabe decir que el proyecto Triangulum no proporcionaba un financiamiento a las ciudades para poder implantar las soluciones halladas, sino que el programa se encargaba de la cesión y el intercambio de información con las ciudades de referencia.

En el ámbito del desarrollo económico, pusieron en marcha una iniciativa que se llamaba aceleración o desarrollo económico inteligente en la salud y el deporte. El problema principal era la poca actividad económica innovadora, es decir, la escasa colaboración que se dio entre universidades y entidades administrativas. La idea era hacer un análisis del reto y que sacaran prototipos de la solución, esta metodología se conoce como *design thinkin*. Los estudiantes eran los encargados de buscar las soluciones a la salud y el deporte con innovación urbana e hicieron un modelo digital en 3D de Sabadell.

Se trataba de un mapa digital en 3D de la ciudad para ponerle datos relevantes de la misma y compartirlo con todo aquel que deseara colaborar en este proyecto.

A partir de los prototipos de los estudiantes, querían hacer un producto que se pudiese comercializar en un futuro, pero es un proceso difícil, por lo que no prosperó.

Sumaban diez retos más, pero debido a las complicaciones que surgieron con el primero no se llegaron a desarrollar estos otros desafíos.

Actualmente y durante los próximos dos años, se seguirá intentando mediante la vía del deporte, que gesta proyectos de emprendimiento a partir del trabajo con prototipos y retos concretos, herencia que proviene del proyecto Triangulum.

8.1.2. EDUSI

En cuanto a otro proyecto a destacar, son las Estrategias de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado (EDUSI) del FEDER 2014-2020.

La estrategia DUSI está basada en el análisis y el diagnóstico integrados en los problemas y retos urbanos desde la vertiente física, ambiental, energética, económica, demográfica y social. El principal desafío de este proyecto es la generación de nuevas sinergias urbanas.

8.1.2.1. Estrategias ideadas

Algunas de las estrategias locales planteadas para su futura implementación las mencionaremos a continuación.

En el ámbito de la *Smart Mobility*, se buscaba potenciar la mejora del uso y la calidad de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, además del propio acceso a las mismas. Por ejemplo, se quería obtener información y control de los flujos de movilidad urbana y de las bolsas de aparcamiento. Para ello, era necesario una nueva administración electrónica, consiguiendo así gestionar los datos urbanos. Hablamos de tecnologías *hard*, *soft*, una plataforma de *Open Data* y *Big Data*.

En relación con el *Smart Environment*, se quería favorecer el cambio a una economía de bajo nivel en emisiones de carbono, con el fin de conservar y proteger el medio ambiente. Para ello, debían ampliar y conectar los recorridos de la ciudad con los desplazamientos, ya sean a pie, en bicicleta, o en transporte público. Así pues, con la creación de un conjunto de espacios verdes, se conseguiría además fomentar la cohesión social.

De igual forma, se incorporaron nuevos vehículos de tecnologías más limpias a la flota de autobuses locales. Consistía en la integración de vehículos híbridos y eléctricos.

Por otro lado, se examinaba la forma de conseguir una mejora y renovación energética de los equipamientos públicos y la implantación de energías renovables en los edificios públicos, entre otras numerosas propuestas esbozadas.

Acerca de la cohesión social, se estudiaba la forma de promover la inclusión social y lidiar contra la pobreza. Se planteaba la transformación de espacios obsoletos en lugares donde se fomentase la unión entre los diferentes individuos y la innovación. Contemplaban la posibilidad de realizar colaboraciones entre la Estrategia DUSI y los centros de FP y distintas escuelas en barrios emergentes.

Asimismo, también se tenía presente la rehabilitación del patrimonio municipal de viviendas como Fondo de Emergencia Social, entre otras propuestas.

Con respecto al desarrollo económico, querían poner en marcha espacios creadores de trabajos, es decir, centros de innovación para empresas. Consistiría en un espacio de colaboración que pese a no estar en marcha todavía, está muy presente en el presupuesto.

8.1.2.2. Financiación proyecto

Acerca del crédito necesario para poder llevar a cabo estos proyectos tan novedosos e innovadores, este se adquiere una parte mediante subvenciones. La ciudad alcanza la inversión por dos vías distintas. Por un lado obtiene 9,39 M de euros por parte de la Unión Europea, en forma de subvención. Junto a ello, suma otros 9,39 M de euros en concepto de aportación municipal para el desarrollo y la transformación sostenible de la ciudad.

Asimismo, la Unión Europea (UE) ha presentado un nuevo proyecto llamado *Next generation*. Se trata de un plan con el fin de intentar relanzar la economía después de la pandemia.

La UE emite un financiamiento a las ciudades con la condición de que estas solo puedan destinarlo a inversiones orientadas a la transición digital y ecológica.

Sin embargo, la UE ya contaba con el *Green Deal*, proyecto el cual se centra en las inversiones en medio ambiente, con el propósito de reducir la contaminación y mejorar la eficiencia energética, la movilidad sostenible e impulsar las energías renovables.

8.1.2.3. Estrategia DUSI 2.0

De cara al futuro, ya se prevé una segunda versión del proyecto EDUSI, el cual seguramente será denominado como Agenda Urbana.

Este programa estará enfocado en la donación de fondos con una visión totalmente holística, integral y transversal de las ciudades. La finalidad del mismo será conseguir que todos los ámbitos que componen una metrópoli estén interrelacionados.

Para ello, ofrecerán un financiamiento para la posterior realización de agendas urbanas que tengan en cuenta todos los elementos de gestión urbana y establezcan un objetivo futuro de ciudad inteligente y sostenible.

No se trata solo de focalizarse en un objetivo para un sector en concreto, sino de conseguir ir más allá. Establecer un propósito de futuro conjunto, donde todos se impliquen para que lo sientan como algo propio. Las ciudades que logren un destacable diseño con su correcta implementación, serán las que obtengan este fondo FEDER.

8.1.3. Síntesis sobre Sabadell

En definitiva, después de haber observado los distintos proyectos que se han llevado a cabo en la ciudad de Sabadell, podemos concluir que se centró en el concepto de *Smart City* sobretodo desde 2012-2015.

A partir de ahí, han ido desarrollando más el concepto de innovación urbana. En otras palabras, la resiliencia urbana. Este concepto lo que busca es tener la ciudad preparada para cualquier tipo de crisis en la localidad, ya sean económicas, ecológicas, o de cualquier ámbito.

Pese a contactar con diversos colaboradores del área de desarrollo urbano y transición energética del Ayuntamiento de Sabadell, concluimos que no podemos continuar con esta ciudad como objeto de estudio ya que actualmente no está llevando a cabo acciones que conduzcan a la ciudad hacia un futuro más inteligente.

Todos los proyectos realizados sobre esta materia son los mencionados anteriormente, los cuales quedan ya bastante obsoletos a modo de estudio debido a su antigüedad en el tiempo. No obstante, la administración afirma que es una tarea que el equipo de gobierno tiene pendiente llevar a cabo en unos años, con el fin de perseguir la mejora constante de la ciudad y mantener el respeto con el medioambiente.

8.2. LA CIUDAD DE BARCELONA

Para la realización de este apartado, contamos con la colaboración de Marcos Pérez Batlle, experto técnico en el departamento de informática del Instituto Municipal de Informática (IMI) de Barcelona el cual nos ha concedido una entrevista.

El Instituto, pese a no estar integrado en el Ayuntamiento de Barcelona, sino ser un organismo autónomo, se rige por los mismos criterios de administración pública, aunque con unas particularidades que permiten esta especialización.

El IMI se encarga principalmente de dos tareas esenciales en lo que a tecnología se refiere. En primer lugar, se ocupa del mantenimiento interno de la informática que necesita el Ayuntamiento para la realización del trabajo recurrente en oficinas y de la infraestructura municipal implementada por toda la ciudad, como sensores u otros dispositivos.

Por otro lado, el IMI también se encarga de la elaboración de la política pública digital, también conocida como la dimensión tecnología que corresponde a las *Smart Cities*. Esta sección se caracteriza por la cohesión que logra establecer mediante la tecnología, con el objetivo de mejorar la sociedad desde el punto de vista de administración local.

En los últimos años se está intentando tener una política pública de ciudad inteligente, posicionando en todos los ámbitos al ciudadano como eje principal. En otras palabras, consiste en desarrollar única y exclusivamente aquella tecnología que realmente cubra una necesidad y pueda justificarse que mejorará la vida de los habitantes.

8.2.1. Proyectos destacables

Uno de los proyectos que ha posicionado al IMI como un referente para muchas ciudades, es la red de sensores que ha implementado en la ciudad y su mantenimiento.

En un primer momento, se les presentó la dificultad de saber que hacer con semejante cantidad de datos que estos sensores eran capaces de captar. Por tanto, decidieron desarrollar un software capaz de recopilar y almacenar toda la información obtenida.

Este software se conoce como Sentilo, está diseñado como una plataforma transversal con el objetivo de compartir información entre sistemas heterogéneos e integrar fácilmente las aplicaciones heredadas. Además, la plataforma está desarrollada en código abierto, ya que consideran que el uso de estándares abiertos y softwares libres es la primera decisión inteligente que una ciudad inteligente debe tomar.

La investigación y el desarrollo de este tipo de plataformas se realizan gracias al dinero público de la ciudadanía, por lo que privatizar los descubrimientos o innovaciones no tendría sentido alguno. Es una vía de asegurar el constante desarrollo de la plataforma entre todas las ciudades que quieran formar un futuro más inteligente.

Además, consiguieron pactar con la mayoría de fabricantes de sensores y actuadores para lograr un acuerdo de estandarización y conseguir que los sensores fuesen compatibles con la plataforma de Sentilo, es decir, eran Sentilo *complied*. De esta forma, cuentan con un beneficio extra, ya que tanto la tecnología que recoge los datos como la que los transforma en datos útiles, aplica el mismo lenguaje.

Así pues, además de disponer de la plataforma de forma gratuita, también se permite a aquellas ciudades que decidan comprar a los mismos proveedores, disponer de esta compatibilidad del lenguaje en todos sus dispositivos. Consiguiendo una homogeneización y una estandarización, pero sobretodo, un ahorro conjunto.

8.2.1.1. Propósitos futuros

Actualmente, la intención que tienen con el software Sentilo, es la monitorización del contrato más caro que soporta el Ayuntamiento, el contrato de limpieza, el cual puede ascender a centenares de millones de euros.

El propósito es monitorizar e implementar la tecnología en este ámbito para poder optimizarlo y así conseguir más efectividad y agilidad.

A día de hoy, se ha logrado la autonomía del camión para la recogida de residuos. No obstante, es una técnica a perfeccionar, ya que en estos momentos debe llevar supervisión humana para asegurar la correcta recogida, práctica que resulta bastante ineficiente.

Por ello, con la integración de Sentilo, quieren lograr que con la colocación de sensores en los camiones, se pueda obtener información cada vez que se recoja un contenedor. Estos datos sobre que contenedor se está recogiendo en cada momento, se enviarían directamente a la plataforma mediante un sensor IoT o comunicaciones 4G, a determinar.

8.2.1.2. Proyectos en desarrollo

Con la situación de pandemia que estamos viviendo, ha surgido la necesidad de implementar la tecnología con el fin de facilitar los protocolos de seguridad que se exigen. El Instituto Municipal de Informática no se ha quedado atrás en este caso, y ha desarrollado una nueva técnica para controlar el aforo de los espacios, ya sean abiertos o cerrados.

Este método se basa en utilizar los sensores de red WiFi (*Wireless Fidelity*) que hay repartidos por la ciudad, con la intención de poder controlar el aforo mediante las ondas que envían los dispositivos móviles de las personas que haya en la zona a esta red. De esta manera, se respeta la privacidad de los individuos, ya que no se implementa ningún tipo de tecnología de identificación pero se obtienen datos en tiempo real sobre el aforo. Actualmente, se están realizando pruebas piloto en el Mercado del Ninot de Barcelona para comprobar si realmente estos datos son representativos y pueden ser objeto de estudio. Asimismo, estos datos recopilados también pueden ser destinados a la obtención de mapas de calor, con la finalidad de visualizar la distribución de estas personas de forma totalmente anónima.

8.2.2. Tecnologías aplicadas

Hasta el momento, hemos contemplado las diferentes formas de recopilar datos y como almacenar esta cantidad de información masiva. Sin embargo, una recoleta considerable de datos sin valor alguno es en vano.

En consecuencia, el IMI implementó un software capaz de darle un valor añadido a todos los datos que gracias a Sentilo se captan. El objetivo era transformarlos mediante la aplicación de diferentes técnicas de *Big Data* y *Data Mining* ³. Estas metodologías permiten extraer de una cantidad exorbitada de datos aquellos que necesitamos para implementar las mejoras previstas o analizar los problemas de la ciudad.

Este nuevo programa es conocido como CityOS, el cual sigue la misma filosofía que Sentilo, una plataforma de código abierto diseñada y desarrollada por el Instituto Municipal de Informática del Ayuntamiento de Barcelona.

Por tanto, la función principal de CityOS es, basándose en la información recogida por Sentilo, buscar aquellos datos a los cuales se les puede añadir un valor.

El propósito de esta técnica es que estos informes puedan utilizarse posteriormente para que los cargos públicos puedan comprender cuales son las practicas que funcionan y tomar decisiones fundamentadas en los datos analizados. Estos informes al ser objetivos y significativos, son extrapolables a la población, hecho que aporta aún más credibilidad.

No obstante, para poder llevar a cabo este tipo de prácticas, se requiere mucho esfuerzo y dedicación, ya que los datos deben ser examinados por personas especializadas, con tal de asegurar que la implementación del software es adecuada. Para ello, crearon en 2019 la Oficina Municipal de Datos, la cual se encarga de agrupar los datos de valor añadido obtenidos mediante CityOS.

Toda la información recopilada puede ser de gran utilidad, ya sea la almacenada por los sensores, como la obtenida de las redes sociales de las administraciones públicas, donde la ciudadanía expresa su opinión libremente. Esta última fuente, aporta información útil y de forma directa, por lo que también se debe tener en cuenta para la toma de decisiones.

³ Data Mining: Anglismo utilizado para denominar el proceso utilizado para detectar información de grandes conjuntos de datos, de la manera más automática posible.

Con el propósito de esquematizar la jerarquía de los programas utilizados por el IMI para llevar a cabo sus planes y objetivos, adjuntamos un gráfico a modo de representación:



Gráfico 6: Jerarquía de la tecnología empleada por el IMI. Fuente: Instituto Municipal de Informática. Elaboración propia.

Así pues, observamos que el Instituto como núcleo principal para la obtención de datos tiene el software Senteilo. Seguidamente, para poder cribar cuales de los datos recogidos son significativos y se les puede añadir valor utiliza CityOS. Finalmente, la entidad que analiza, revisa y valora la calidad de estos informes es la Oficina Municipal de Datos.

8.2.3. Principales retos en la ciudad

Acerca del principal reto que tiene la administración pública de Barcelona, es conseguir centralizar y dar una visión homogénea de todas las propuestas tecnológicas en un único punto. Con la intención de asegurar que la respuesta presentada se rige según el marco de política digital establecido en la ciudad condal.

Sin embargo, el problema aparece cuando se quiere presentar una propuesta en el marco europeo. En este caso, el proyecto debe pasar por varias fases entre la presentación de la propuesta, la aceptación de la misma y, posteriormente, su ejecución. Este proceso puede demorarse en incluso más de cuatro años.

Como resultado, una vez el proyecto está aprobado, probablemente ya no satisfaga una necesidad en la ciudad, porque el contexto ha quedado desfasado y las preocupaciones actuales de los residentes sean otras distintas.

En síntesis, el principal reto es mantener una ética y un objetivo claro a la hora de realizar la recogida de datos. Consiguiendo así una cohesión entre la tecnología que se implementa y las necesidades de la ciudadanía, teniendo presente el contexto y la justificación de dicha ejecución.

8.2.3.1. Caso real

A modo de ejemplificar el beneficio que aporta a la sociedad la implementación de las nuevas tecnologías en nuestro entorno, trataremos un caso real de cómo el IMI lidia directamente con los problemas que presentan los ciudadanos.

Como hemos mencionado anteriormente, el despliegue de sensores es una tendencia actual en la ciudad condal de Barcelona.

Desde el Ayuntamiento, se le planteó al Instituto Municipal de Informática una queja de un vecino, con el propósito de poder ofrecerle una solución óptima. Este comentaba que diariamente debía soportar cerca de su hogar fuertes ruidos provocados por los individuos que cada noche decidían establecerse en su plaza para realizar fiestas.

El objetivo era dar una solución efectiva, por lo que decidieron implantar sensores por la zona que detectasen los niveles de potencia sonora, y así, implementar políticas que permitiesen mitigar estas molestias.

Los datos que obtuvieron respaldaban las afirmaciones del vecino, así que era el momento adecuado para intervenir. Sin embargo, no recurrieron a la forma más sencilla, que sería enviando a la policía a desalojar el recinto, sino que, decidieron seguir la filosofía de las ciudades inteligentes y hallar resultados con el menor número de consecuencias.

Finalmente, lo que se realizó fue un simple cambio de hora en el riego de la plaza. La cuba de agua que acostumbraba a regar sobre las diez de la noche cambia su turno a la una de la madrugada. De esta forma, en el pico de ruido detectado por los sensores, la plaza se encontrará totalmente mojada y los individuos no podrán instalarse allí. Así pues, consiguieron eliminar el problema de una manera mucho más efectiva, sin tener que invertir adicionalmente en recursos o servicios para lograr una solución.

En conclusión, este sería a grandes rasgos el criterio que emplean para la toma de decisiones, seguir el pensamiento de la minimización tecnológica e implementar única y exclusivamente aquella tecnología que sea necesaria para conseguir su objetivo.

8.2.4. Fuentes de financiación

La financiación de los proyectos realizados por el IMI, proviene de dos fuentes distintas, que las podemos distinguir entre la propia y la externa.

En primer lugar, acerca de la financiación propia, es la que proviene directamente de los presupuestos que estipula el propio Ayuntamiento. Conviene subrayar que la tecnología al ser transversal, no tiene una partida definida donde se indique un importe explícito para el desarrollo de los proyectos. Por tanto, cada departamento debe administrarse la financiación obtenida para la elaboración de los planes diseñados.

Por otro lado, una parte del crédito que recibe el IMI se destina a la realización de pruebas de concepto y piloto de los proyectos desarrollados, con la intención de verificar su viabilidad y el correcto funcionamiento.

En relación con la financiación que se recibe de forma externa, proviene de los fondos europeos. El Ayuntamiento dispone de una Oficina de Proyectos Europeos, la cual se encarga de participar en consorcios y proyectos que realmente sean de interés para la administración. De esta forma, pueden optar a disponer de las subvenciones necesarias para ejecutar los programas ideados.

9. CONCLUSIONES

Para concluir con el estudio, concretaremos, en este último apartado, la respuesta a la pregunta planteada inicialmente y la posterior valoración conjunta de todas las partes que conforman esta tesis. Asimismo, el objetivo es conseguir extraer una conclusión verídica y aplicable a la realidad mediante la investigación y la recopilación de datos.

En síntesis general, extraemos que a día de hoy, la solución más efectiva a todos los problemas poblacionales y medioambientales previstos para los próximos años, son las ciudades inteligentes. Esta es una afirmación que podemos justificar a través de los aspectos que hemos ido mencionando y explicando en detalle a lo largo del trabajo.

Por tanto, como respuesta a nuestra cuestión principal, podemos afirmar que la *Smart City* solventa los problemas futuros que se estiman. Durante el estudio, hemos podido observar que ciertos aspectos están más desarrollados y/o avanzados que otros. Pese a todo, actualmente es el enfoque que más ha prosperado en el tiempo, puesto que está en constante desarrollo de implementaciones y realizando la ejecución de mejoras.

Sin embargo, relativo a nuestra segunda incógnita, es decir, si las ciudades inteligentes son la única opción válida para subsanar los obstáculos que se prevén, resulta difícil establecer una respuesta. Determinar las ciudades inteligentes como la única opción viable, resulta una alegación que se escapa de nuestro ámbito de estudio, ya que es prácticamente imposible saber con certeza que actualmente no existen otras disciplinas en vías de desarrollo.

Así pues, acorde con esta tesis, podemos extrapolar que las *Smart Cities* son el factor clave que resolverán las dificultades próximas especificadas. En efecto, deberíamos comenzar a aplicar esta práctica de inmediato en todas aquellas ciudades en las que no se está implementado actualmente, con el fin de paliar cuanto antes los obstáculos previstos.

En definitiva, bajo mi punto de vista, considero que es un proceso que las ciudades deben realizar de forma paulatina, centrarse en detalle en la mejora de todas y cada una de las dimensiones que componen este concepto, hasta alcanzar la conversión total esperada.

No obstante, debemos contemplar el hecho de que esta transformación requiere una considerable inversión, a la cual no todas las metrópolis pueden hacer frente a día de hoy. Las organizaciones públicas internacionales, pese a ofrecer multitud de ayudas y subvenciones a todos aquellos ayuntamientos y entidades públicas de las poblaciones que adopten estas medidas, siguen sin ser suficientes para lograr una evolución integral.

Por ello, una vez realizado este estudio, puedo exponer una propuesta sobre qué sería lo más idóneo en la situación actual. Considero que para poder llevar a cabo esta transición conjunta hacia un futuro más inteligente, deberíamos establecer como mínimo varias ciudades inteligentes por país. De esta manera, los demás territorios de la región podrán tomar como referencia estas ciudades para la implementación de nuevos proyectos o acciones, consiguiendo así, promover de forma elemental este desarrollo inteligente.

La propuesta contemplaría un método de aprendizaje para todas las ciudades que actualmente no poseen estos conocimientos tan novedosos. Como resultado, todas ellas conseguirían una enseñanza directamente de su capital modelo. Pudiendo adoptar, además, el diseño y la organización que su *Smart City* de referencia tiene estipulados.

A modo de ejemplificar las conclusiones, analicemos los casos empíricos realizados en el estudio. En primer lugar, se tomó como ciudad de referencia Sabadell, capital de comarca. Pese a tener intenciones de poner en marcha este proceso de mejora hacia un futuro inteligente, la ciudad se vio sobrepasada por la cantidad de componentes que hay que mantener en constante sincronización y no resultó una implementación exitosa. Por tanto, al toparnos con esta limitación, recurrimos a una segunda ciudad de mayor tamaño, la cual estuviese preparada para soportar tal carga económica y tecnológica y fuese apta para ser objeto de estudio.

Este es el caso de la ciudad de Barcelona, contactamos con el departamento encargado del desarrollo tecnológico. En esta ocasión, al tratarse de una zona urbana de tal calibre como es Barcelona, capital de comunidad autónoma y referente para muchos países, la conclusión fue totalmente distinta. Se mostró la cantidad de proyectos que tenía actualmente en proceso y su influencia sobre otras muchas ciudades, ya que es creadora de diversos softwares de código abierto, con el fin de promover el progreso conjunto.

Estos casos reflejan un claro ejemplo de la situación actual, entre las ciudades que poseen los recursos necesarios para innovar prácticamente a diario y aquellas que carecen de las infraestructuras y el soporte técnico indispensable para llevar a cabo estas prácticas.

El propósito, es que esta pequeña representación de la realidad, potencie el sustento que localidades como la de Sabadell, que pese a intentar llevar a cabo el cambio no lo consiguen, perseveren en su transición y reciban el impulso que necesitan para lograrlo. Tan solo trabajando conjuntamente y compartiendo experiencias y avances, se podrá conseguir mejorar la situación prevista para los próximos años.

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

V j g " E q o o k v v g g " q h " F k i k v c n " c p f " M p SMART g f i g d c t

CITIES STUDY: International study on the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities. http://www.uclg-digitalcities.org/app/uploads/2015/06/en_smartcitiesstudy.pdf

Fundación Endesa. (2019, septiembre). *Smart City: Las ciudades inteligentes en la actualidad.* <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-smart-city>

E. (2017, 6 junio). *Valorando la Inteligencia de las Ciudades más allá de la Tecnología.* eSMARTCITY. <https://www.esmartcity.es/2017/06/01/valorando-inteligencia-ciudades-mas-alla-la-tecnologia>

Global Cities Business Alliance (GCBA). (2016, junio). *How cities and business can work together for growth.* <https://www.pwc.com/gx/en/psrc/pdf/gcba-cities-business-growth.pdf>

Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes. (2015, noviembre). *SMART CITIES DOCUMENTO DE VISIÓN A 2030.* GICI. https://www.ptferroviaria.es/docs/Documentos/SMART%20CITIES_%20Documento%20de%20Visión%202030_GICI.pdf

Sanchez, J. (2020). *Smart City: Qué es, cómo funcionan, ventajas y desventajas de las smart cities.* OVACEN. <https://ovacen.com/smart-city-ventajas-y-desventajas/>

SARMIENTO GUEDE, J. R. (2020, agosto). *El componente humano de las smart cities.* Fundación Telefónica. <https://telos.fundaciontelefonica.com/archivo/numero105/el-componente-humano-de-las-smart-cities/>

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2020). *Smart Cities and Inclusive Growth.* https://www.oecd.org/cfe/cities/OECD_Policy_Paper_Smart_Cities_and_Inclusive_Growth.pdf

Asociación Multisectorial de Empresas Españolas de Electrónica y Comunicaciones.
(2012). *Smart Cities*. AMETIC.
http://ametic.es/sites/default/files/Informe_Smart_Cities.pdf

Alcolea, M. S. (2020, 18 septiembre). Escala humana: ¿Cómo serán las ciudades del futuro? *RTVE.es*. <https://www.rtve.es/television/20200310/escala-humana-ciudades-futuro/2008169.shtml>

Porteiro, C. (2019, 31 octubre). *El modelo de consumo se tambalea: la Tierra dice basta*. La Voz de Galicia.
https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/mercados/2019/09/29/humanidad-devora-tierra/0003_201909SM29P2991.htm

Casilda, A. (2019, 4 enero). *Ciudades verticales del futuro: vivir a 1.000 metros del suelo*. MIT Technology Review. <https://www.technologyreview.es/s/10867/ciudades-verticales-del-futuro-vivir-1000-metros-del-suelo>

Boon Edam Blog. (2019, enero). *What is Vertical Urbanisation*. Boon Edam.
<https://www.boonedam.com/blog/vertical-urbanisation>

Berrone, P., & Ricart, J. E. (2020). *Índice IESE Cities in Motion*.
<https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0542.pdf>

National Research Foundation Singapore. (2021, febrero). *Virtual Singapore*. Singapore Government. <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>

Molpeceres Arnáiz, S. (2017). Smart City vs. Wise City. En torno a la ciudad y las nuevas tecnologías: el caso de Barcelona (Vol. XVII \ 2017, pp. 139-155). *Revista de Estudios Culturales de la Universitat Jaume I*.
<https://www.raco.cat/index.php/CLR/article/view/328099/418620>

Greenfield, A. (2011, septiembre). Another City is Possible [Conferencia]. PICNIC Festival 2011, Amsterdam, Holanda. <https://vimeo.com/29771846>

Institut Fraunhofer IAO. (2015). *Projecte Triangulum*. Ajuntament de Sabadell.
<https://serveicloud.ajsabadell.cat/owncloud/index.php/s/ML7XDhZXugDhWVz>

Ajuntament de Sabadell. (2014). *Estrategia DUSI Sabadell*.
<https://web.sabadell.cat/edusi>

IGCG. (2020). *Com era Catalunya? (des de 1945)*. Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña.
<https://betaportal.icgc.cat/canurb/cathistoric.html?lon=2.10142&lat=41.55015&zoom=7&num=2&mt0=ovaa10m&mt1=orto5m>

Ayuntamiento de Barcelona. (2017). Instituto Municipal de Informática (IMI). Instituto Municipal de Informática. <https://ajuntament.barcelona.cat/imi>

Instituto Municipal de Informática. (2015). Sentilo BCN. Plataforma de Sensors i Actuadors de Barcelona (SENTILO). <https://connecta.bcn.cat/connecta-catalog-web/stats/>

Instituto Municipal de Informática. (2018). CityOs. <https://ajuntament.barcelona.cat/imi/es/proyectos/cityos>